

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Luiz Gustavo Haisi Mandalho

**Emissões de Gases de Efeito Estufa de Veículos Automotores no  
Deslocamento Casa-Trabalho e em Deslocamentos a Serviço, de  
Servidores do Ministério do Meio Ambiente, nos anos-base 2012 e  
2013.**

Curitiba

2014

Luiz Gustavo Haisi Mandalho

**Emissões de Gases de Efeito Estufa de Veículos Automotores no  
Deslocamento Casa-Trabalho e em Deslocamentos a Serviço, de  
Servidores do Ministério do Meio Ambiente, nos anos-base 2012 e  
2013.**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Especialização em  
Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e  
Gestão Corporativa de Carbono, do Programa de  
Educação Continuada em Ciências Agrárias, da  
Universidade Federal do Paraná, como requisito  
para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto  
Sanquetta

Curitiba

2014

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	6
1.1	Objetivos Gerais.....	10
1.2	Objetivos Específicos .....	10
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1	Descrição do Local de Estudo.....	10
2.2	Informações Necessárias.....	10
2.3	Cálculo das Emissões .....	11
2.4	Análise do Impacto do Processo de Renovação da Frota de Ônibus nas Emissões.....	13
2.5	Análise de Cenários Alternativos.....	13
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
3.1	Número de respostas .....	14
3.2	Tipo de veículo e Combustível Utilizado.....	14
3.3	Emissão de Gases de Efeito Estufa 2013 .....	15
3.4	Comparação das emissões 2012 e 2013 .....	18
3.5	Análise de cenários alternativos.....	19
4.	CONCLUSÕES.....	19
5.	RECOMENDAÇÕES .....	21
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

# **Emissões de Gases de Efeito Estufa de Veículos Automotores no Deslocamento Casa-Trabalho e em Deslocamentos a Serviço, de Servidores do Ministério do Meio Ambiente, nos anos-base 2012 e 2013.**

Luiz Gustavo Haisi Mandalho<sup>1</sup>

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta

<sup>1</sup> Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina, [lghmandalho@gmail.com](mailto:lghmandalho@gmail.com)

## **RESUMO**

No presente trabalho objetivou-se quantificar as emissões de gases de efeito estufa decorrentes do uso de veículos automotores, por servidores do Ministério do Meio Ambiente (MMA), nos deslocamentos casa-trabalho e nos deslocamentos a serviço, nos anos-base 2012 e 2013. Para a execução do trabalho foi aplicado questionário para determinar os trajetos e os veículos utilizados pelos funcionários, além da coleta de dados no setor de transporte do MMA e na Secretaria de Transportes do Governo do Distrito Federal. Para os cálculos foram utilizados os fatores de emissão apresentados no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: ano base 2012. Foi realizado o cálculo das emissões totais e per capita, bem como a análise de alguns cenários e seus impactos sobre as emissões. Foi possível observar que a maior parte dos deslocamentos casa-trabalho é feita por veículo próprio, em maior parcela por carros, que respondeu por 63,64% dos deslocamentos. Essa categoria de veículo foi também a maior responsável pelas emissões, com 77,15% do total. A análise de cenários demonstrou que um possível incremento na utilização de ônibus nos deslocamentos casa-trabalho, para 50% e 100%, levaria a redução de 17% e 47% do total das emissões de GEE, respectivamente. O total de GEE emitido no ano de 2012 foi de 845,78 tCO<sub>2</sub>eq enquanto que em 2013 foi emitido um total de 835,27 tCO<sub>2</sub>eq, uma diminuição de 1,25%. Esta diferença se deve a renovação de frota de ônibus, ocorrida em 2013, no Distrito Federal, com a diminuição de 11 anos na idade média da frota de ônibus utilizados no transporte público local. Com relação ao total de GEE emitidos em 2013, o deslocamento casa-trabalho respondeu por 92,08% do total emitido, enquanto o serviço de transporte, do MMA, foi responsável por 7,92% das emissões. Foi encontrando um valor de emissão per capita, dos deslocamentos casa-trabalho de 0,72 tCO<sub>2</sub>eq por ano.

Palavras-Chave: inventário de emissões, emissões corporativas, veículos automotores

## ABSTRACT

This study, Greenhouse Gas Emissions of Motor Vehicles in Commuting and Service Displacements, by Ministry of Environment Servers, in the reference years 2012 and 2013, aimed to quantify the greenhouse gas emissions (GHG) resulting from the use of motor vehicles, by the Brazilian Ministry of Environment (MMA) servers, in commuting and in service displacements, in 2012 and 2013 base years. For the study execution a questionnaire was applied, to determine the routes and vehicles used by servers and also data collection in the transport sector of MMA, and in the Secretary of Transportation of the Federal District Government. For the calculations were used the emission factors shown in the Brazilian National Atmospheric Emissions Inventory of Road Motor Vehicles 2013: 2012 base year. Were calculated the total and per capita GHG emissions, and the analysis of some scenarios and their impacts on emissions. It was observed that most of the commuting trips are made by own vehicle, with a greater proportion of car use, which accounted for 63.64% of the displacements. This vehicle category was also the largest responsible for the emissions, with 77.15% of the total. Scenario analysis showed that a possible increment in the use of buses in commutes, to 50% and 100%, would lead to reductions of 17% and 47% of total GHG emissions, respectively. The total GHG emitted in 2012 was 845.78 tCO<sub>2</sub>eq while in 2013 a total of 835.27 tCO<sub>2</sub>eq was emitted, this difference is due to renewal of the bus fleet, which occurred in 2013, in the Federal District, with the decrease of 11 years in the average age of buses used in local public transport fleet. In 2013 the displacement of employees accounted for 92.08% of the total emitted, while the MMA transport service accounted for 7.92% of GHG emissions. Was found a annual per capita emission, of commuting, of 0.72 tCO<sub>2</sub>eq.

Keywords: emissions inventory, corporative emissions, automotive vehicles

## 1. INTRODUÇÃO

Mudança climática se refere a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada pela mudança na média ou na variabilidade de suas propriedades, e que persistam por um período extenso. A mudança climática pode ser devido a processos naturais internos, por forçamentos externos, ou por mudanças antropogênicas contínuas na composição da atmosfera ou no uso da terra (PLANTON, 2013).

Já a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), define mudança climática como sendo a mudança no clima, atribuída diretamente ou indiretamente à atividade humana, e que altera a composição da atmosfera global em adição a variação natural do clima, observados períodos comparáveis de tempo (ONU, 1992).

O aumento da preocupação mundial com as alterações climáticas globais, ocasionadas pela ação humana, teve início na década de 70, quando se aprofundaram as discussões em âmbito mundial sobre os efeitos das emissões atmosféricas sobre o clima global. A partir de então este tema, com o passar dos anos, tem visto sua importância aumentada, o que culminou com a criação do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), no ano de 1988.

O IPCC é uma organização intergovernamental sob o auspício da Organização das Nações Unidas (ONU), que tem como função a revisão e avaliação das informações científicas, técnicas e socioeconômicas, produzidas em âmbito mundial, relevantes para o entendimento das mudanças climáticas. Esta organização é aberta a participação de todos os países membros da ONU e da *World Meteorological Organization* (WMO), sendo que atualmente 195 países são membros do IPCC (*INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2014).

Com relação às mudanças climáticas globais, uma das alterações ocasionadas pela ação antrópica é o aumento do efeito estufa, que segundo Halmann e Steinberg (1999), pode ser definido como o efeito de captura da radiação solar pela atmosfera terrestre, causando um aumento na temperatura média e assim possibilitando a vida no planeta.

Halmann e Steinberg (1999) citam ainda que este efeito de aquecimento da Terra é fortemente influenciado por pequenas quantidades de gases na atmosfera terrestre, em especial o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), que devido a sua estrutura molecular absorvem a radiação refletida pela superfície terrestre. Gases que possuem esta característica de prender calor na atmosfera são chamados de gases de efeito estufa (GEE).

Estudos científicos apontam que o aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, na era moderna, iniciou-se a partir da revolução industrial, em meados de 1850, conforme relatório do IPCC (STOCKER *et al.*, 2013). Este aumento de concentração foi devido à utilização de combustíveis fósseis como matriz energética principal durante o período de industrialização, sendo que em alguns países a maior parte da energia ainda é gerada através da queima de combustíveis fósseis, com consequente liberação de GEE e de poluentes atmosféricos à atmosfera terrestre.

Além do aumento da concentração de GEE na atmosfera, têm-se observado também o aumento da temperatura da superfície terrestre e dos oceanos, o que levou a formulação da hipótese do aquecimento global antropogênico (AGA), que apesar de não ser consenso absoluto no meio científico é defendida pela maior parte dos pesquisadores do clima, conforme observado no estudo de Cook *et al.* (2013). Neste estudo foram analisados cerca de 12.000 resumos científicos, relacionados ao clima, no qual se observou que destes, 66,4% não expressavam posição definida sobre o AGA, 32,6% definiam suas posições, 0,7% o negavam e 0,3% eram incertos sobre as causas do aquecimento global. Entre os resumos que apresentavam posição definida sobre o AGA, 97,1% endossaram o consenso de que o aquecimento global tem causas antropogênicas.

Para que se possam determinar ações de redução ou compensação sobre as emissões de GEE é necessário que se faça a quantificação destes gases. Uma das possibilidades para estimar o total emitido é por meio dos inventários de emissão de GEE.

Inventários de emissão de GEE possibilitam o conhecimento das emissões geradas por determinada atividade ou empreendimento, em um determinado período

de tempo, com relação as suas fontes e total emitido. Para a elaboração dos inventários existem metodologias diversas, dependendo do objeto de estudo, da escala e de sua finalidade. Para as emissões em escala nacional, com vistas a atender o exigido pela CQNUMC e o Protocolo de Kyoto, são utilizadas as metodologias desenvolvidas pelo IPCC. Para as emissões corporativas, centenas de companhias e organizações ao redor do mundo têm utilizado a metodologia conhecida como *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol), para gerenciar suas emissões (GREENHOUSE GAS PROTOCOL, 2014).

A metodologia GHG Protocol foi desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI), sendo uma ferramenta utilizada para compreender, quantificar e desta forma gerenciar as emissões de GEE. Esta ferramenta se destaca por oferecer uma estrutura para contabilização de GEE, por seu caráter modular e flexível, por ser neutra com relação a políticas e programas e por ser baseada em um processo amplo de consulta pública (GREENHOUSE GAS PROTOCOL BRASIL, 2014).

Para aplicação da metodologia GHG Protocol, é necessário o estabelecimento de fronteiras, que devem ser definidas considerando a finalidade do inventário em questão. Essas fronteiras são (FGV e WRI, 2008):

- a) Limites Geográficos – dizem respeito ao local onde são geradas as emissões do objeto do estudo, sendo de fácil definição com relação às fontes estacionárias em seu território, porém no que se trata das fontes móveis se torna um exercício mais complicado;
- b) Limites Organizacionais – fazem referência as estruturas legais e organizacionais das empresas, incluindo: operações de propriedade integral; *joint ventures* incorporadas e não incorporadas; subsidiárias e outra;
- c) Limites Operacionais – definem as emissões com relação a sua ligação com o objeto de estudo, sendo definidas na metodologia como: escopo 1 emissões diretas de GEE; escopo 2 emissões indiretas de GEE de energia; escopo 3 outras emissões indiretas de GEE.



A quantificação das emissões indiretas, englobadas no escopo 3 do GHG *Protocol*, é opcional, segundo suas diretrizes, porém o Programa Brasileiro do GHG *Protocol* recomenda que sejam quantificadas as emissões de atividades relevantes ao total emitido pela empresa. Além de outras, é destacada a importância da quantificação nos seguintes casos (FGV e WRI, 2008): viagens de negócios de empregados; transporte de empregados de ida e volta ao trabalho; atividades relacionadas a transporte.

Segundo MCTI (2013) as emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ), do transporte rodoviário, corresponderam a 38,51%, 22,12% e 2,04% do total emitido pelo Setor Energia, em 2010 no Brasil. Estes dados evidenciam a importância de se quantificar as emissões de GEE do transporte rodoviário, o que em nível nacional foi realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em 2011 e agora em 2014, no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotres Rodoviários. Nesse inventário foram quantificadas as emissões de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ , da queima de combustíveis fósseis, considerando a frota total nacional circulante, englobando carros, motocicletas, caminhões e ônibus.

Os veículos automotores dependem da geração de energia para realizar sua locomoção, e no caso da grande maioria dos veículos rodoviários no Brasil esta geração de energia é através da queima de combustíveis fósseis. Considerando que a frota veicular quadruplicou de tamanho no período de 1980 a 2012 (MMA, 2014), ressalta-se a importância de quantificar estas emissões.

A justificativa para a realização deste trabalho foi a inexistência de dados referentes às emissões de GEE do uso de veículos automotores rodoviários, no trajeto casa-trabalho e nos deslocamentos a serviço, por servidores do MMA. A primeira quantificação desses dados poderá auxiliar na elaboração de inventário de emissões de GEE do MMA, na formulação de políticas internas de redução de emissões, seja por meio de programa de caronas, incentivos ao uso de veículos não motorizados e de transporte público, ou ainda no levantamento de possibilidades para neutralizar essas emissões.

## **1.1 Objetivos Gerais**

Quantificar os GEE emitidos por veículos automotores rodoviários utilizados pelos servidores do MMA/Brasília no trajeto casa-trabalho e em deslocamentos a serviço, para os anos-base 2012 e 2013.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- a) Levantar os principais meios de transporte utilizados pelos servidores do MMA para o deslocamento casa-trabalho;
- b) Calcular as emissões de GEE decorrente dos diversos tipos de transporte utilizados pelos funcionários do MMA;
- c) Analisar o impacto do processo de renovação de frota do transporte público, ocorrido em 2013 no Distrito Federal, nas emissões de GEEs; e
- d) Analisar o impacto sobre as emissões do aumento na proporção do uso de transporte público para o trajeto casa-trabalho.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Descrição do Local de Estudo**

Este estudo foi aplicado no Ministério do Meio Ambiente, localizado em duas estruturas em Brasília-DF. O MMA conta atualmente com 1070 servidores. Os prédios do MMA são localizados nos seguintes endereços:

Sede – Esplanada dos Ministérios, bloco B;

Anexo – SEPN 505, bloco B, It 2.

### **2.2 Informações Necessárias**

Para o cálculo das emissões de GEE do deslocamento casa-trabalho, dos servidores do MMA, foi aplicado um questionário, em formato on-line e também em via impressa, no período de 02/06/2014 a 30/7/2014, nos dois prédios utilizados pelo MMA em Brasília. Após a aplicação dos questionários foi efetuado o cálculo das emissões para cada resposta obtida, considerando as seguintes informações:

- a) Tipo de transporte utilizado (individual ou coletivo);
- b) Veículo utilizado (modelo, ano e combustível);
- c) Dados de origem-destino, observando se a quantidade de trechos (km percorridos por dia);

Para quantificar as emissões dos deslocamentos a serviço do MMA, foram levantadas as informações no setor de transportes do ministério, sendo obtidas as seguintes informações:

- a) Veículos utilizados (modelos, ano e combustível);
- b) Quilometragem percorrida.

Para obter informações a respeito da frota de ônibus em Brasília, foi efetuada pesquisa no site da Secretaria de Transportes do Distrito Federal, sendo possível obter os dados de idade média da frota, para os anos de 2012 e 2013.

### **2.3 Cálculo das Emissões**

De posse destas informações, para o cálculo das emissões foi utilizada a seguinte equação:

$$E = Fe \times lu \text{ (equação 1)}$$

Onde:

E = emissão do GEE (gCOeq/dia)

Fe = fator de emissão do GEE considerado, em massa por quilômetro (g/km)  
– fonte: MMA, 2014

lu = intensidade de uso do veículo, expressa em quilometro por dia (km/dia)

Como os fatores de emissão de CO<sub>2</sub> utilizados (MMA, 2014) estavam expressos na unidade de g/l de combustível, foi necessária a conversão desta unidade para g/km. Para esta conversão foram utilizados os valores de autonomia também presentes no Inventário Nacional 2013. Os fatores de emissão utilizados nos cálculos, de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, foram provenientes da mesma publicação e já estavam expressos na unidade g/km.

Para os deslocamentos casa-trabalho por meio de ônibus, foi considerada uma lotação média de 30 passageiros por veículo, sendo então o fator de emissão correspondente dividido por 30, para se obter a emissão individual por passageiro.

A emissão decorrente do uso de metrô não foi considerada, sendo que nos casos em que este tipo de veículo era utilizado em conjunto com ônibus, em um mesmo trajeto, fez-se a quantificação apenas das emissões decorrentes do uso de ônibus.

Com as respostas ao formulário foram calculadas as distâncias percorridas em cada trajeto descrito. Para o cálculo das distâncias foi utilizada a página de internet *Google Maps*, sendo inseridas as informações de origem e destino, para cada resposta individual ao questionário, resultando na quilometragem por trajeto.

Com a aplicação da equação 1 foram calculadas as emissões de cada GEE, por trajeto, multiplicando-se o valor final por 2, para considerar o trajeto diário de ida e volta. O resultado foi multiplicado pelo número de dias úteis do mês (20 dias) e também pelos meses do ano, tendo sido descontado um mês de férias para cada funcionário. Desta forma foram calculadas as emissões anuais de cada GEE, por meio de transporte, per capita.

De posse dos resultados per capita, classificados por meio de transporte, foi efetuado o cálculo dos valores médios de emissão de cada GEE. Para este cálculo foi efetuada a soma dos resultados individuais, por tipo de veículo, e a divisão pelo total de pessoas que utilizam destes veículos para se deslocar até o MMA.

Com as informações obtidas pelo questionário foi possível calcular o percentual de pessoas que utilizam cada categoria de veículo em seu deslocamento diário, em relação ao total de servidores do MMA. Após fez-se a multiplicação destes valores pelas médias de emissão calculadas, para se quantificar o total de emissão de cada tipo de veículo utilizado nos trajetos casa-trabalho.

Para o cálculo das emissões do transporte de funcionários, a serviço do MMA, foram obtidas no setor responsável as informações referentes à frota utilizada e quilometragem total percorrida em 2013. A quilometragem anual percorrida foi então dividida pelo número de meses do ano (12 meses), pelo número considerado de

dias úteis do mês (20 dias) e pelo número de veículos, resultando na quilometragem média percorrida por cada veículo. Após fez-se a multiplicação desta quilometragem pelo fator de emissão de cada GEE, referente ao modelo e ano do veículo, sendo assim obtida a emissão de GEE diária por veículo.

Para a conversão das emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O para CO equivalente os resultados foram multiplicados pelos potenciais de aquecimento global de cada gás, sendo 23 e 310 respectivamente (MCTI, 2013).

#### **2.4 Análise do Impacto do Processo de Renovação da Frota de Ônibus nas Emissões**

Para a realização dessa análise, considerou-se que em 2012 havia o mesmo número de servidores no MMA e que os trajetos percorridos foram os mesmos de 2013. A única alteração considerada foi a idade média da frota de ônibus do Distrito Federal, que passou por processo de renovação em 2013.

Fez-se o cálculo destas emissões utilizando-se a equação 1, apresentada no item 2.3. Após fez-se a comparação direta com as emissões de 2013, possibilitando observar a influência do processo de renovação de frota de ônibus, sobre o total de GEE emitido.

#### **2.5 Análise de Cenários Alternativos**

Foi realizada a análise de dois cenários alternativos, com relação ao incremento na utilização de transporte público, em especial do uso de ônibus, para os deslocamentos casa-trabalho e seu impacto sobre as emissões de GEE.

Nestes cenários previu-se que seriam trocados os deslocamentos casa-trabalho, em veículos individuais, por deslocamento em ônibus coletivos, mantendo-se os mesmos trajetos e os demais considerando utilizados no item 2.3.

- a) Cenário 1 - Substituição de 50% dos deslocamentos individuais por deslocamento por ônibus:

Neste cenário considerou-se o aumento do número de deslocamentos por ônibus para 50% do total, sendo este incremento retirado da parcela de transporte

privado, mantida a proporção de uso de cada tipo de veículo privado, obtida através da pesquisa.

b) Cenário 2 - Substituição de 100% dos deslocamentos individuais.

Neste cenário considerou-se o aumento do número de deslocamentos por ônibus para 100% do total, sendo este incremento retirado da parcela de transporte privado, mantida a proporção de uso de cada tipo de veículo privado, obtida através da pesquisa.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Número de respostas

Foram obtidas 154 respostas ao questionário aplicado, analisando-se estatisticamente este número com o número de servidores do MMA verificou-se que em relação ao número de funcionários (1070) foi obtida uma margem de erro 7,33%.

#### 3.2 Tipo de veículo e Combustível Utilizado

Com relação aos tipos de veículos utilizados, obtidos por meio do questionário aplicado, os resultados são apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1 - Número de respostas por meio de transporte**

<b>Tipo de veículo</b>	<b>nº de respostas</b>	<b>% do total</b>
Carro	98	63,64%
Motocicleta	3	1,95%
SUV/Caminhonete	1	0,65%
Ônibus – 1 trecho	34	22,08%
Ônibus – 2 trechos	3	1,95%
Ônibus + metrô	3	1,95%
Outros	12	7,79%
<b>Total Respostas</b>	<b>154</b>	<b>-</b>

Observa-se que o meio de transporte mais utilizado pelos servidores, para se deslocar até o trabalho, foi o carro (63,64%), seguido de ônibus – 1 trecho (22,08%) e outros meios (7,79%). Os demais tipos de veículo tiveram um baixo número de respostas.

Com relação ao combustível utilizado, 100% dos deslocamentos com carros e motocicletas são feitos com a utilização de gasolina, enquanto que nos deslocamentos com SUV/Caminhonete apenas diesel é utilizado.

Os resultados obtidos no questionário foram extrapolados para o restante do quadro de servidores, sendo o resultado apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Número de funcionários por tipo de transporte**

<b>Tipo de veículo</b>	<b>No. de servidores participantes da pesquisa</b>	<b>No. de servidores não participantes da pesquisa</b>	<b>Total</b>
Carro	98	583	681
Motocicleta	3	18	21
SUV/Caminhonete	1	6	7
Ônibus – 1 trecho	34	202	236
Ônibus – 2 trechos	3	18	21
Ônibus + metrô	3	18	21
Outros	12	71	83
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>916</b>	<b>1070</b>

### 3.3 Emissão de Gases de Efeito Estufa 2013

#### 3.3.1 Emissão Calculada Diretamente das Respostas ao Questionário

Os resultados do cálculo da emissão de cada GEE, considerando apenas os funcionários que responderam ao questionário (154 pessoas) são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Emissões de GEE calculadas diretamente das 154 respostas ao questionário**

<b>Tipo de veículo</b>	<b>Emissão de Gás de Efeito Estufa</b>						<b>Total tCO<sub>2</sub> eq/ano</b>
	<b>CO<sub>2</sub> g/ano</b>	<b>CH<sub>4</sub> g/ano</b>	<b>N<sub>2</sub>O g/ano</b>	<b>CH<sub>4</sub> gCO<sub>2</sub> eq/ano</b>	<b>N<sub>2</sub>O gCO<sub>2</sub> eq/ano</b>	<b>Total gCO<sub>2</sub> eq/ano</b>	
Carro	89.761.584,88	7.122,59	9.421,28	149.574,35	2.920.596,80	92.831.756,03	92,83
Moto	1.658.252,20	1.433,52	55,62	30.103,92	17.240,96	1.705.597,08	1,71
SUV/Caminhonete	818.085,51	16,50	66,00	346,50	20.460,00	838.892,01	0,84
Ônibus	14.505.248,52	823,42	411,71	17.291,74	127.629,48	14.650.169,74	14,65
<b>TOTAL</b>	<b>106.743.171,11</b>	<b>9.396,02</b>	<b>9.954,60</b>	<b>197.316,50</b>	<b>3.085.927,24</b>	<b>110.026.414,86</b>	<b>110,03</b>

A emissão total de categoria de veículo acima foi dividida pelo número de respostas obtidas no questionário, em cada categoria, resultando no valor médio anual de emissão de cada GEE por tipo de veículo. Estes valores são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4 - média anual de emissão de GEE por meio de transporte**

Tipo de veículo	Emissão média			
	CO <sub>2</sub> g/ano	CH <sub>4</sub> g/ano	N <sub>2</sub> O g/ano	CO <sub>2</sub> eq g/ano
Carro	915.934,54	72,68	96,14	947.262,82
Moto	552.750,73	477,84	18,54	568.532,36
SUV/Caminhonete	818.085,51	16,50	66,00	838.892,01
Ônibus	381.717,07	21,67	10,83	385.530,78

### 3.3.2 Extrapolação dos Valores Médios para o Total de Servidores

A multiplicação dos valores apresentados na tabela 2 pelos valores apresentados na tabela 4 resultou na emissão de GEE dos funcionários que não responderam ao questionário, e desta forma não tiveram suas emissões calculadas diretamente no item 3.3.1. A emissão de GEE referentes a esta parcela dos funcionários é apresentada na Tabela 5

**Tabela 5 – Estimativa da emissão de GEE pela parcela não abordada pelo questionário**

Tipo de veículo	nº de servidores	Emissão de gás de efeito estufa			
		CO <sub>2</sub> g/ano	CH <sub>4</sub> g/ano	N <sub>2</sub> O g/ano	CO <sub>2</sub> eq g/ano
Carro	583	533.989.836,58	42.372,13	56.047,00	552.254.222,08
Motocicleta	18	9.949.513,20	8.601,12	333,70	10.233.582,48
SUV/Caminhonete	6	4.908.513,06	99,00	396,00	5.033.352,06
Ônibus	238	90.848.661,79	5.157,18	2.578,59	91.756.326,25
Outros	71	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>916</b>	<b>639.696.524,64</b>	<b>56.229,44</b>	<b>59.355,29</b>	<b>659.277.428,88</b>

### 3.3.3 Emissão do Setor de Transportes

A emissão calculada para o setor de transportes do MMA, referente ao serviço de transporte dos servidores a serviço, é apresentada na Tabela 6.

**Tabela 6 – Emissão de GEE do setor de transportes**

Meio de transporte	Emissão de gás de efeito estufa						
	CO <sub>2</sub> g/ano	CH <sub>4</sub> g/ano	N <sub>2</sub> O g/ano	CH <sub>4</sub> gCO <sub>2</sub> eq/ano	N <sub>2</sub> O gCO <sub>2</sub> eq/ano	Total gCO <sub>2</sub> eq/ano	Total tCO <sub>2</sub> eq/ano
Transporte MMA	63.743.756,91	9.369,03	7.045,14	196.749,73	2.183.994,67	66.124.501,31	66,12



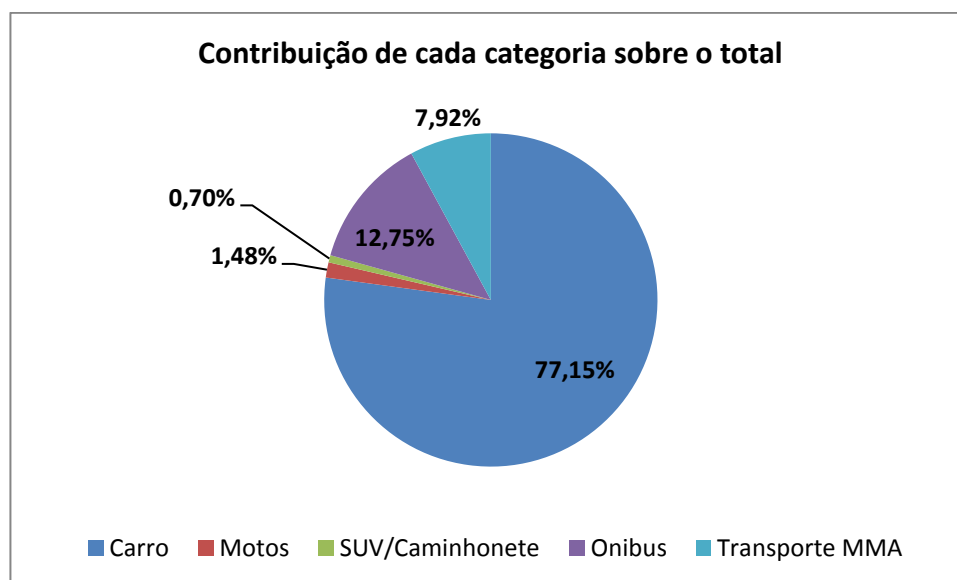
### 3.3.4 Emissão Total de Gás de Efeito estufa

A emissão total de cada GEE resulta da soma das emissões calculadas diretamente, apresentadas na Tabela 3, com as emissões estimadas, apresentadas na Tabela 5 e com as emissões do setor de transportes do MMA, apresentadas na Tabela 6. O resultado da emissão total de cada GEE é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7 - Emissão total de GEE**

Tipo de transporte	Emissão total de gás de efeito estufa						Total tCO <sub>2</sub> eq/ano
	CO <sub>2</sub> g/ano	CH <sub>4</sub> g/ano	N <sub>2</sub> O g/ano	CH <sub>4</sub> gCO <sub>2</sub> eq/ano	N <sub>2</sub> O gCO <sub>2</sub> eq/ano	Total gCO <sub>2</sub> eq/ano	
Carro	623.751.421,46	51.793,41	63.169,59	1.087.661,62	19.582.573,04	644.421.656,12	644,42
Moto	11.607.765,40	8.656,74	1.767,22	181.791,46	547.836,96	12.337.393,82	12,34
SUV/Caminhonete	5.726.598,57	165,00	412,50	3.465,00	127.875,00	5.857.938,57	5,86
Ônibus	105.353.910,32	5.568,89	3.402,01	116.946,74	1.054.622,55	106.525.479,60	106,53
Transporte MMA	63.743.756,91	9.369,03	7.045,14	196.749,73	2.183.994,67	66.124.501,31	66,12
<b>TOTAL</b>	<b>810.183.452,66</b>	<b>75.553,07</b>	<b>75.796,46</b>	<b>1.586.614,55</b>	<b>23.496.902,21</b>	<b>835.266.969,42</b>	<b>835,27</b>

O Gráfico 1 apresenta a contribuição de cada categoria de transporte para o total emitido em 2013.



**Gráfico 1 - Contribuição de cada categoria sobre o total de emissões**

Observa-se que a maior contribuição às emissões totais de GEE é referente à utilização de carros, no trajeto casa-trabalho (77,15%), seguido de ônibus (12,75%) e do transporte de funcionários a trabalho (7,92%).

Com relação à contribuição de cada GEE sobre o total emitido em 2013, em CO<sub>2</sub> equivalente, os resultados demonstram que a maior contribuição é referente à emissão de CO<sub>2</sub>, com 97% das emissões (810,18 t), seguida do N<sub>2</sub>O, com 2,81% (23,50 tCO<sub>2</sub>eq) e do CH<sub>4</sub>, com 0,19% das emissões (1,59 tCO<sub>2</sub>).

### 3.3.5 Emissão Per Capita

Dividindo-se a emissão total, dos deslocamentos casa-trabalho (769,14 tCO<sub>2</sub>eq), pelo número de servidores (1070), foi encontrada uma emissão per capita de 0,72 tCO<sub>2</sub>eq.

Em outros inventários pesquisados, que apresentavam o cálculo das emissões do trajeto casa-trabalho, foram encontrados os seguintes valores de emissão per capita desta mesma categoria de emissões:

- Inventário corporativo da construtora Constran (Waycarbon, 2014), emissão per capita de 0,63 tCO<sub>2</sub>eq.
- Inventário corporativo do Grupo Abril (Grupo Abril, 2013), emissão per capita de 0,72 tCO<sub>2</sub>eq.
- Inventário corporativo VRG Linhas Aéreas SA - Grupo GOL (VRG Linhas Aéreas SA - Grupo GOL, 2014), emissão per capita de 2,75 tCO<sub>2</sub>eq.

Analisando-se os valores apresentados, nota-se que o valor calculado para o MMA está bastante próximo das emissões per capita da Constran e apresentou a mesma emissão do Grupo Abril. As emissões per capita da VRG Linha Aéreas AS – Grupo Gol apresentou valores muito superiores às demais, correspondendo a 3,82 vezes a emissão per capita calculada para o MMA. Não foi possível determinar o motivo desta grande diferença, pois o inventário do grupo Gol não trazia em detalhes as informações utilizadas para o cálculo de suas estimativas de emissão.

## 3.4 Comparação das emissões 2012 e 2013

Com relação às emissões totais de GEE, em 2012 foram emitidos 845,78 tCO<sub>2</sub>eq, enquanto que em 2013 foram emitidos 835,27 tCO<sub>2</sub>eq, resultando em uma diminuição de 1,25% das emissões de GEE em 2013 com relação a 2012.

A renovação de frota ocorrida em 2013, na qual a idade média da frota de ônibus baixou de 17 anos para 6 anos, teve pouco impacto nas emissões dos trajetos casa-trabalho. Essa baixa redução pode ter sido causada pelos valores de fatores de emissão utilizados, encontrados em MMA (2014), pois os fatores de emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O são apresentados em valor único para a categoria ônibus urbano, não apresentando variações com a idade do veículo. Já para os fatores de emissão de CO<sub>2</sub>, há uma diminuição dos fatores de emissão conforme a menor idade do veículo, porém estes fatores de emissão são apresentados em kg/L e o valor de consumo de combustível utilizado para a conversão do fator de emissão para g/km, também disponível em MMA (2014), era um valor único para a categoria ônibus urbano, sem representar a melhoria do consumo de combustível esperada com a evolução dos motores e veículos, resultando provavelmente, em uma superestimação das emissões de CO<sub>2</sub> dos ônibus mais novos.

### **3.5 Análise de cenários alternativos**

O incremento na utilização de ônibus urbano, para 50% do total de deslocamentos com a utilização de veículos automotores, resultou em uma diminuição de 140,66 tCO<sub>2</sub>eq (17% de redução), enquanto o incremento para 100% resultou em diminuição de 388,76 tCO<sub>2</sub>eq (47% de redução), do total de GEE emitidos, nos deslocamentos casa-trabalho e nos deslocamentos a serviço dos servidores do MMA.

Essa diminuição das emissões decorreu da menor emissão média per capita dos ônibus com relação aos outros veículos utilizados, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.

## **4. CONCLUSÕES**

Com relação ao deslocamento casa-trabalho, verificou-se que a maior parte é realizada com a utilização de veículos automotores próprios (66,23%) sendo o carro o meio de transporte mais utilizado (63,64%). Apesar de estes meios de locomoção comportarem mais de um passageiro, na maioria dos casos eles são utilizados como meio de transporte individuais. Verificou-se também que todos os que utilizam carros e motocicletas para seu deslocamento diário utilizam apenas a gasolina como

combustível, demonstrando que mesmo com a diminuição da emissão de GEE ocasionada pelo uso do etanol, a relação custo/benefício ainda é o fator que mais pesa na escolha do combustível.

Do total, verificou-se que 25,97% dos trajetos casa-trabalho são feitos com a utilização do transporte público, quer seja por meio de ônibus ou de metrô ou ainda de uma combinação entre estes dois. Verificou-se ainda que 7,79% dos deslocamentos casa-trabalho são feitos por outros meios, sendo a caminhada e a bicicleta os meios de locomoção mais citados nesta categoria.

No ano de 2013 foi emitido um total de 835,27 tCO<sub>2</sub>eq de gases de efeito estufa, sendo que a maior parte desta emissão foi referente ao uso de veículos automotores próprios no deslocamento casa-trabalho, respondendo por 79,33% do total. Destas emissões a utilização do carro, neste trajeto, resultou na maior parcela, com 77,15% das emissões. A utilização de ônibus resultou em 106,53 tCO<sub>2</sub>eq emitidos, correspondendo a 12,75% das emissões. O transporte de funcionários, por veículos do MMA, foi responsável pela emissão de 66.12 tCO<sub>2</sub>eq em 2013, respondendo por 7,92% das emissões totais de GEE.

A diminuição na idade média da frota de ônibus urbanos do Distrito Federal, passando de 17 anos em 2012 para 6 anos em 2013, apresentou baixo impacto nas emissões de GEE, resultando em redução de 1,25% nas emissões. Porém acredita-se que a emissão de GEE dos ônibus mais novos esteja superestimada, devido aos fatores de emissão utilizados não apresentarem variações com relação a menor idade dos veículos, ao contrário do que ocorre com os fatores de emissão de carros e motocicletas utilizados no trabalho. Além disso a grande maioria dos deslocamentos é feita por veículos individuais, ocasionando a pouca influência desta renovação de frota sobre a emissão total.

A emissão per capita anual encontrada, dos deslocamentos casa-trabalho, foi de 0,72 tCO<sub>2</sub>eq, a comparação deste valor com o encontrado em outros inventários corporativos demonstrou que este valor ficou próximo ao de dois inventários pesquisados (Constran e Grupo Abril)

Os resultados encontrados permitem afirmar que o possível incremento na utilização de ônibus urbano, para os deslocamentos casa-trabalho, resultaria em

diminuição das emissões de GEE, sendo que para os cenários estudados, de aumento para 50% e 100%, do uso deste tipo de transporte, acarretaria em diminuição de 17% e 47%, respectivamente, das emissões de GEE, ressaltando a necessidade de criação de incentivos para a utilização dos transportes públicos em detrimento aos transportes individuais.

## **5. RECOMENDAÇÕES**

Os cálculos deste trabalho representam apenas uma parcela das emissões que devem constar em um inventário corporativo. Recomenda-se que sejam consideradas, em futuras pesquisas, outras emissões além das oriundas do transporte de pessoas, para que se tenha uma visão global das emissões de GEE do Ministério do Meio Ambiente.

Para futuras atualizações recomenda-se que seja aplicada a pesquisa dos meios de transporte utilizados no deslocamento casa-trabalho para um maior número de funcionários, de modo a se ter uma melhor representatividade dos resultados. Com relação aos fatores de emissão, recomenda-se a busca de outros fatores de emissão além dos aqui utilizados, visando a comparação entre os resultados obtidos ao se utilizar diferentes valores.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV) E *WORLD RESOURCES INSTITUTE* (WRI), 2008. Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Especificações do Programa Brasileiro GHG *Protocol*. 2ª ed. Disponível em: <[http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes\\_pb\\_ghgprotocol.pdf](http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf)>. Acesso em maio de 2014.

*GREENHOUSE GAS PROTOCOL*. Disponível em <<http://www.ghgprotocol.org>>. Acesso em dezembro de 2014.

*GREENHOUSE GAS PROTOCOL* BRASIL. Disponível em <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>>. Acesso em maio de 2014.

*GOOGLE MAPS*, Disponível em: <[www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)>. Acesso em julho de 2014.

GRUPO ABRIL, 2013. Relatório do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa – Ano 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/download/relatorio-completo-inventario-emissoes-GEE-2012.pdf>>. Acesso em agosto de 2014.

HALMANN, M. M., STEINBERG, M., 1999. Greenhouse Gas Carbon Dioxide Mitigation: Science and Technology. CRC Press, USA.

*INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)*, Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>>. Acesso em maio de 2014.

MCTI, 2013. Estimativas Anuais de Emissão de Gases de Efeito Estufa no Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0226/226591.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226591.pdf)>. Acesso em maio de 2014.

MMA, 2014. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 - ano base 2012. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario\\_de\\_Emissoes\\_por\\_Veiculos\\_Rodoviaros\\_2013.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviaros_2013.pdf)>. Acesso em maio de 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <[https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf)>. Acesso em maio de 2014.

PLANTON S. (editor), 2013. *Annex III: Glossary. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, EUA.

STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX e P.M. MIDGLEY (editores.), 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, EUA.

VRG LINHAS AÉREAS SA - GRUPO GOL, 2014. Inventário das Emissões de Gases de Efeito Estufa – Gol Linhas Aéreas Inteligentes – Ano de referência do Inventário 2013. Disponível em: <[https://sistema.registropublicodeemissoes.com.br/index.php?r=inventory/public\\_pdf&cid=NjQ=&t=Simple&y=MjAxMw==](https://sistema.registropublicodeemissoes.com.br/index.php?r=inventory/public_pdf&cid=NjQ=&t=Simple&y=MjAxMw==)>. Acesso em agosto de 2014.

WAYCARBON, 2014. Inventário de Emissões de GEE CONSTRAN – 2013. Disponível em: <<http://www.constran.com.br/images/uploads/files/inventario2013.pdf>>. Acesso em agosto de 2014.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). Disponível em: <<http://www.wri.org/>>. Acesso em maio de 2014.